## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number:

2002-074617

(43) Date of publication of application: 15.03.2002

(51)Int.CI.

G11B 5/39 G01R 33/09 H01F 10/06 H01F 10/08 H01L 43/08

(21)Application number : 2000-252891

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing:

23.08.2000

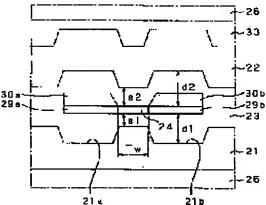
(72)Inventor: INAGUMA TERUYUKI

## (54) MAGNETORESISTIVE MAGNETIC HEAD AND METHOD OF MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to appropriately apply a bias magnetic field caused by a pair of permanent magnet films to a magnetoresistive element in a structure wherein the magnetoresistive element is disposed between a pair of magnetic shielding 30 a layers through a gap layer.

SOLUTION: A magnetoresistive magnetic head 20 wherein the magnetoresistive element 24 is disposed between the pair of magnetic shielding layers 21 and 22 through the gap layer 23. The pair of permanent magnet films 29a and 29b for applying the bias magnetic field to the magnetoresistive element 24 are provided at both end parts of the magnetoresistive element 24 and the intervals between the pair of permanent magnet films 29a and 29b and the pair of magnetic shielding layers 21 and 22 are specified to be nearly equal to each other.



(19) 日本国物群庁 (JP)

(12) 公開特許公報(4)

(11)特許出資公司各号 特別2002—74617

(P2002-74617A)

(43)公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(51) Int.C.		展別区号	FI	デーヤコード (後4年)
G11B	6/33		G11B 5/39	26017
G01R	60/EE		H01F 10/06	5D034
H01F	10/08		10/08	5E049
	80/01		H01L 43/08	В
H01F	43/08		G01R 33/06	×
			<b>排戶關決 光關決</b>	は 耐水項の数6 OL (全 23 頁)

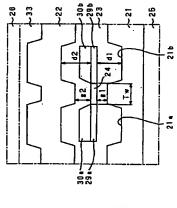
(71)出版人 000002185	東京都島川区北島川6丁目7番35号(72)発明者 衛精 輝在 東位 東位 東京 東京 東京 東京 東京 東京 東山区北島川6丁目7番35号 シ	一株式会社内 (74)代理人 100087738 弁理士 小档 晃 (外.2名)	F. 9 - LA (\$-4) 20017 AA10 AB07 A001 A009 A055 50034 BA03 BA11 BA18 BB09 CA04 10.07	55049 Ak01 Ak04 Ak07 Ak09 Ak10 Aco6 Aco1 Ba12 Ba16
<b>特</b> 夏2000-252891(P2000-252891)	平成12年8月23日(2000.8.23)			
(21) 出鹽寿母	(22) 出軍日			

## (54) [発明の名称] 磁気抵抗効果型磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

「群題」 一対の磁気シールド層の間にギャップ番を介して磁気能抗効果素子が配されてなる構造において、一対の永久磁石属によるパイアス磁界が磁気能抗効果素子に適切に印加されることを可能とする。

【解決手段】 一対の出気シールド層21、22の間に ギャップ層23を介して出気抵抗効果素子24が配されてなる出気抵抗効果素子24の両値部には、当該出気抵抗効果 電気抵抗効果素子24の両値部には、当該出気抵抗効果 第子24に対してバイアス出界を印加するための一対の 系入出石膜29 a、29 bが設けられており、この一対 の永久出石膜29 a、29 bと一対の出気シールド層2 1、22との関係が略等しくされている。



【特許請求の範囲】

**【請求項1】 一対の協気シールド層の四にギャップ層をかして磁気的抗効果素子が配されてなる磁気的対象 整理数ヘッドにおいた、**  上記組気施売効果素子の再確断には、当該組気能抗効果素子に対してパイアス磁界を印加するための一対の永久組田職が設けられており、この一対の永久組田職と記し上記一対の函気シールド層との問題が結等しくされていることを特徴とする磁気抵抗効果超磁気ヘッド。

「翻水項2」 上記一対の出気シールド層のうち、下層的出気シールド層の上記一対の永久班石蹟に対応した位置に凹部が形成されることにより、上記一対の永久班石蹟と上記一対の田気シールド層との固漏が略等しくされていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果処抵気へッド。

「請求項3」 上記ギャップ層のうち、上層館のギャップ層の上面が中垣化されることにより、上記一対の永久田田職と上記一対の研究シールド層との国際が臨等しくされていることを特徴とする請求項 1 記載の磁気結構的 祭覧磁気へッド。

11

【顕水項4】 回転ドラムに搭載され、ヘリカルスキャン方式によってデーブ状の出気配貸媒体に対する信号の 再生を行うことを特徴とする請求項1記載の磁気総抗効果型磁気へッド。

[請求項5] -対の磁気シールド層の間にギャップ層をかして磁気抵抗効果素子が配されてなる磁気抵抗効果 登出気ヘッドの製造方法であって、 上記磁気抵抗効果素子の両端部には、当該磁気抵抗効果素子に対してバイアス磁界を印加するための一対の永久磁石職と比して対のではており、この一対の永久磁石職と上記一対の磁気シールド層との国際を略等しくする際に、上記一対の磁気シールド層のうち、下層製の磁気シールド層の上記一対の永久磁石膜に対応した位置に回邦を形が高したことを特徴とする磁気拡抗効果型磁式ヘッドの数金をかせる

【御水填6】 一対の磁気シールド層の間にギャップ層をかして磁気結抗効果素子が配されてなる磁気結抗効果 密出気へッドの製造力法であって、

上記母気格抗効果素子の両端部には、当該磁気能抗効果素子の両端部には、当該磁気を対してバイアス磁界を印加するための一対の永久 磁石環が形成されており、この一対の永久磁石環と上記 一対の磁気シールド層との関係を略等しくする際に、 上記ギャップ層のうち、上層線のギャップ層の上面を中

上記ギャップ層のうち、上層側のギャップ層の上面を平 担化することを特徴とする磁気抵抗効果型磁気〜ッドの

[発明の詳細な説明]

0001

**【発明の属する技術分野】本発明は、ハードディスクドライブや磁気テーブドライブ等に搭載され、磁気トンキリル効果を利用して磁気記録媒体に対する信号の再生を行** 

) 6 bが散けられている。

う磁気トンネル効果型磁気ヘッド及びその製造方法に関

[0002]

【従来の技術】磁気抵抗効果素子(以下、MR素子という。)は、外部磁界の変化に応じて電気抵抗が変化する、いわゆる磁気能抗効果を利用した抵抗素子の一程であり、このMR素子を磁気配貸媒体からの信号磁界を検出するための感磁素子として用いた磁気抵抗効果型磁気ヘッド(以下、MRヘッドという。)が、すでに実用化

【ののの3】すなわち、このMRヘッドは、MR素子に対して一定の電流を流しながら、MR素子に溢れる電流の電圧値が研究記録媒体からの信号出界に応じて変化することを利用して、磁気記録媒体に記録された信号を再生するようになされている。

されている。

[0004]また、MRヘッドは、一般的なインダクティブ型の田気ヘッド、すなわち田気コアに巻縁を施したタイプの田気ヘッド、すなおち田気コアに巻縁を施したタイプの田気ヘッドとは異なり、再生出力が田気配段線体に対するヘッドの相対遠度に依存しないといった特徴を有している。

【0005】このため、MRヘッドは、毎相対速度となるシステムにおいても十分な再生出力を得ることが可能であり、磁気配路媒体の更なる高密度記録化を実現するために、今後必須のデバイスになると考えられる。

【0006】また、このようなMRヘッドとしては、例えば図50に示すように、一対の磁気シールド圏100・101の固にギャップ層102・103を介してMR業子104が配されてなる、いわゆるシールド型MRヘッドを挙げることができる。

【0007】このシールド型MRヘッドでは、一対の田気シールド面100、101がギャッブ面102、103を介してMR素子104を挟み込むことにより、このMR素子104に対して再生対象外となる個号組界を一対の田気シールド面100、101に導きながら、再生対象となる個号担果を対象となる個号担果を上が変となる個号担果を

できる。 【0008】このため、シールド型MRヘッドは、このような出気シールド層100.101が設けられていない、いわゆるノンシールド型のMRヘッドと比較して、周辺数特性が良好となり、高い既取分解能が得られるといった利点を有している。

[0000]

(独明が解決しようとする課題]ところで、上述したシールド型MRヘッドでは、MR素子104の動作の安定化を図るため、このMR素子104の両種部に、MR素子104にバイアス選昇を印加するための一対の糸久田石質105。105bが設けられている。さらに、一対の糸久母石銭105。105b上には、MR素子104の抵抗値を低くするための低抵抗化関106。1

ପ

特闘2002-74617

€

**ベシールド版100と上版包の班気ツールド版101と** 00. 101に対して非対称となる位置に設けられてい ら漏れる磁束の流れも非対称なものとなり、下層朝の磁 [0010] この基合、下層室の磁気ツールド層100 か、上層館の磁気シールド層101と一対の永久磁石膜 105a, 105bとの間隔82よりも狭くなる。換言 すると、従来のシールド型MRヘッドでは、一対の永久 **街石殿105g、105bが、一枚の街気ツールド磨1** る。その結果、一対の永久磁石膜105g. 105bか と一対の永久磁石膜106g, 105bとの間隔S1 の磁区が、それぞれ異なった挙動を示すこととなる。

は、このような一対の磁気シールド面100、101に 悪影響を及ぼしてしまい、不安定な出力波形を生じさせ 【OO11】 このたむ、紋米のツールド樹MRヘッドか おける磁区の不安定な拳動が、MR素子104に対して てしまうことがあった。

常に困難なものとなってしまう。さらに、一対の永久磁 が非対称となるために、例えばSAL膜による垂直方向 のバイアス磁界が、MR素子104にどのように印加さ れるか予選ができず、このSALQによる磁区制御が非 石段1058、1056による水平方向のパイアス磁界 一対の永久磁石膜105g. 105bからの磁束の流れ は、非対称になるほどその影響が大きくなるため、設計 マージンが狭くなり、歩留りの低下を招いてしまうこと 【0012】また、従来のシールド型MRヘッドでは、

【0013】そこで、本免明はこのような従来の事情に 鑑みて提案されたものであり、一対の磁気シールド層の 間にギャップ層を介して磁気抵抗効果素子が配されてな る構造において、一対の永久磁石膜によるパイアス磁界 が磁気抵抗効果素子に適切に印加されることを可能とし た磁気抵抗効果型磁気ヘッド及びその製造方法を提供す ることを目的とする。

[0014]

ルド層の間にギャップ層を介して磁気抵抗効果素子が配 【課題を解決するための手段】この目的を達成する本発 磁気抵抗効果素子の両端部には、当診磁気抵抗効果素子 に対してパイアス磁界を印加するための一対の永久磁石 膜が設けられており、この一対の永久磁石膜と一対の磁 気シールド層との間隔が略等しくされていることを特徴 明に張る磁気抵抗効果型磁気ヘッドは、一対の磁気ツー されてなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドである。そして、

[0015] この磁気抵抗効果型磁気へッドでは、一対 ス出界が磁気抵抗効果素子に適切に印加することができ の永久街石殿と一盆の街風ツールド間との喧噪が略等し くされていることから、一対の永久磁石膜によるパイア

【0016】また、本発明に係る磁気抵抗効果型ヘッド の数治力法は、一対の研究シールド面の間にポャップ語

アス磁界を印加するための一対の永久磁石関が形成され ており、この一対の永久母石謨と一対の母気シールド層 との間隔を略等しくする際に、一対の磁気シールド層の **うち、下層側の磁気ツールド層の一対の永久磁石膜に対** を介して磁気抵抗効果素子が配されてなる磁気抵抗効果 素子の両端部には、当該磁気抵抗効果素子に対してパイ **あした位置に凹部を形成することを特徴としている。**  【0017】 この磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造力法 では、下層側の磁気シールド層に、一対の永久磁石膜に 別のギャップ層の上面を平坦化することを特徴としてい 対応した凹部を形成することにより、一対の永久磁石模 と一対の磁気シールド層との間隔が略等しくされた磁気 【0018】また、本発明に係る磁気抵抗効果型ヘッド を介して磁気抵抗効果素子が配されてなる磁気抵抗効果 型磁気ヘッドの製造方法である。そして、磁気抵抗効果 アス磁界を印加するための一対の永久磁石関が形成され との閻魔を駱等しくする際に、ポャップ層のつち、上暦 の数省が荘は、一なの珥剣ツールド語の題にポャップ語 **素子の西端部には、当校磁気抵抗効果素子に対してパイ** 抵抗効果型磁気ヘッドを容易に作製することができる。 ており、この一対の永久街石頂と一対の磁気シールドM

【0019】この磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法 では、上層側のギャップ層の上面を平坦化することによ り、一対の永久母石膜と一対の磁気シールド層との関係 が略等しくされた磁気抵抗効果型磁気ヘッドを容易に作

0020]

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい て図面を参照して詳細に説明する。

わかりやすくするために、特徴となる部分を拡大して示 している場合があり、各構成要素の寸法比率が実際と同 【0021】なお、以下の説明で用いる図画は、特徴を じであるとは殴らない。

田気テープ2に対する信号の記録再生を行う磁気へッド ル5との間で図1中矢印A方向に走行させながら、この 磁気ヘッド装置3の回転ドラム6が図1中矢印8方向に 回転駆動され、この回転ドラム6に搭載された記録ヘッ 【0022】本角明の実施の形態として図1に示す磁気 テープ装置1は、いわゆるヘリカルスキャン方式により 装置3を備え、磁気テープ2を供給リール4と巻取り一 ドフョ. フb及び再生ヘッド8a. 8bが磁気テープ2 と擂動しながら、信号の記録又は再生を行うようになさ

と巻取り一ル5との間に、磁気テープ2の引き回しを行 うロール9a~9gを値え、このうち、ロール9oとロ **ール9 dとの間に位置して、磁気テープ2 が回転ドラム** [0023]また、磁気デーブ装置1は、供給リール4 6と揺動され、ロール91に掛け合わされた磁気テープ

2がキャップスタン10に挟み込まれながら、このキャ ップスタン10を回転駆動するキャップスタンモータ1 0 mにより送り出されるようになされている。

用モータ11を備えている。また、この回転ドラム6の 外周面6aには、記録ヘッドフa.フb及び再生ヘッド 8 m. 8 bが取り付けられている。このうち、記録ヘッ ドフョ及び再生ヘッド8aと、記録ヘッドフb及び再生 ヘッド86とは、互いに180。の位相差を以てそれぞ れ対向配置されている。また、配録ヘッドフョ. フb及 **び再生ヘッド88.86は、その記録ギャップ及び再生** ギャップが磁気テープ2の走行方向と略直交する方向に 対してアジマス角に応じて斜めとなるようにそれぞれ配 回転ドラム6を図2中矢印日方向に回転駆動させる駆動 [0024] 磁気ヘッド装置3は、図2に示すように、

は、上述した各構成要素が媒体褶動面20gから外方に

**悩んで処国一種困を構成している。** 

伏の曲面とされている。また、MRヘッド20において

【0025】また、磁気ヘッド装置3は、回転ドラム6 の外周面68と連続した外周面128を形成する固定ド ラム12を備えており、磁気テープ2が、この固定ドラ ム12のリードガイド部126に沿って、図2中矢印A 方向に斜めに走行しながら、固定ドラム12の外周面1 2 a及び回転ドラム6の外周面6 aに、例えば略180 に亘って摺動するようになされている。

ッドフョが、記録信号に応じた磁界を印加しながら所定 のトラック幅で記録トラックを形成し、他方の記録ヘッ ドフbが、この記録トラックに緊接して、記録信号に応 じた磁界を印加しながら所定のトラック幅で記録トラッ クを形成する。そして、これら記録ヘッドフョ. フbが **磁気テープ2に対して繰り返し記録トラックを形成する** ことによって、この磁気テープ2に対して連続的に信号 [0026] 以上のように構成される磁気テープ装置1 では、記録時に、磁気テープ2に対して、一方の記録へ を記録することになる。

の記録ヘッドフョが記録した記録トラックから信号磁界 を検出し、他方の再生ヘッド8bが、他方の記録ヘッド そして、これら再生ヘッドBa. Bbが記録トラックか ら繰り返し信号世界を検出することによって、この磁気 テープ2に記録された信号を連続的に再生することにな 磁気テープ2に対して、一方の再生ヘッド88が、一方 【0027】一方、磁気テーブ装置1では、再生時に、 76が記録した記録トラックから信号磁界を検出する。

て、再生ヘッド8は、図3及び図4に示すように、本発 明を適用した磁気抵抗効果型磁気ヘッド(以下、MRへ 21.22の間にギャップ層23を介して磁気抵抗効果 素子 (以下、MR素子という) 24が配きれてなる、い わゆるシールド型MRヘッドである。なお、図3は、こ のMRヘッド20の構成を示す概略斜視図であり、図4 は、このMRヘッド20を媒体搭動函数から見た概略論 ッドという。)20であり、上下一対の母気シールド面 [0028] ところで、この磁気ヘッド技能3におい

た各様成要素が例えばメッキ法や、スパッタ法等の薄膜 この第1の基板25に、第2の基板26が貼り合わされ た構造を有している。また、MRヘッド20は、その磁 気テープ2と指動する媒体活動菌20gの平面形状が略 長方形状とされており、この媒体摺動面20aが、図3 中矢印 A に示す磁気テープ2の走行方向に沿って略円弧 【0029】具体的に、このMRヘッド20は、上巡し 的成技格により、第1の基板25上に積層されてなり、

MR素子24を挟み込むことにより、磁気テープ2から の個号磁界のうち、再生対象外の磁界がMR素子24に ッド20では、MR雅子24に対して再生対象外の信号 対象の値号磁界だけがMR素子24へと導かれる。これ により、MR素子24の周波数特性及び配み取り分解館 [0030] このMRヘッド20において、一対の母気 引き込まれないように機能する。すなわち、このMRへ 磁界が一対の磁気シールド層21、22に導かれ、再生 ルドするのに十分な幅を有し、ギャップ層23を介して シールド暦21.22は、MR素子24を磁気的にシー の向上が図られている。

【0031】 ポャップ番23は、MR航子24と一対の 磁気シールド層21.22との間を磁気的に隔離してお り、このMR素子24と-対の磁気シールド層21,2 なお、この一対の斑気シールド層21.22とMR兼子 24との間隔g1,g2は、互いに略等しい間隔とされ 2との間隔81.82が、いわゆるギャップ長となる。 ている。

【0032】MR素子24は、外部磁界の変化に応じて **電気抵抗が変化する、いわゆる磁気抵抗効果を利用した 筑を供給しながら、このセンス電流の電圧変化を検出す** ものであり、このMR素子24に対して一定のセンス質 ることにより、磁気テープ2に配貸された信号を読み取 るようになされている。

れら一対の永久磁石限29g, 29bに挟み込まれた部 図るため、MR素子24の長手方向の両端部には、この 【0033】また、このMR素子24の動作の安定化を MR素子24にバイアス磁界を印加するための一対の糸 こは、このMR素子24の抵抗値を減少させるための低 [0034] また、一対の永久磁石膜29a. 29b上 分の幅が、MR素子24の再生トラック幅Twとなる。 久磁石膜29g.29bが設けられている。そして、 低抗化膜30g. 30bがそれぞれ殴けられている。

[0035] さらに、MR素子24には、このMR幾子 a. 29b及び低抵抗化膜30a. 30bに接続される **かたちで設けられており、この導体部31g、31bの** 2.4にセンス電流を供給するための導体部318,31 **もが、その一端的側をそれぞれ一対の永久磁石膜29** 

9

**的雄節側には、外部回路と接続される外部接続用端子32s、32bがそれぞれ股けられている。** 

[0036] なお、第1の基板25上には、このMRへ ッド20全体を外部と遮断するための保護膜33が、外 成膜されている。そして、第1の基板25には、このM **磁気テープ2が走行する方向の長さは、例えば0.8m** m程度とされ、MR素子24の磁気テープ2が走行する 部接続用端子32g.32bが外部に臨む部分を除いて Rヘッド20の外部接続用端子32a, 32bが外部に このMR素子24の周辺を拡大して図示しているが、実 板26と比べると非常に数細である。第1の基板25の て、このMRヘッド20において、媒体褶動面20aと なるのは、ほとんど第1の基板25及び第2の基板26 際には、MR素子24は、第1の基板25及び第2の基 属出するように第2の基板26が貼り合わされている。 [0037] なお、上遊したMRヘッド20において、 因3及び図4は、特徴をわかりやすく図示するために、 方向の長さは、例えば5μm程度とされる。 したがっ の上部傾面だけである。

【のの38】以上のように構成されるMRヘッド2の は、上述した再生ヘッド8a.8bとして、回転ドラム 6の外周面6aに、その再生ギャップが磁気テーブ2の 独行方向と略度交する方向に対してアジマス角のに応じ て斜めとなるように配置される。そして、このMRヘッド2のは、磁気テーブ2に対して約めに揺動しながら、 [0039] 具体的に、このMRヘッド20を用いて田気ナープ2に対する信号の再生を行う際には、MR素子24に対して所定の電圧を印加する。このとき、MR素子24に流れるセンス電流のコンダクタンスが、磁気ナーブ2の記録トラックに記録された信号出界に応じて変化する。このため、MRヘッド20では、MR素子24に流れるセンス電流の電圧値が変化することとなり、このMR素子24の電圧値の変化を検出することによって、記録トラックに記録された信号を検出することによって、記録トラックに記録された信号を検出することになっ

(0040)ところで、このMRヘッド20では、一対の永久田石頃29a、29と一対の語気シールド暦21、22との間隔41、42を等しくするために、一対の田気シール・暦21、22のうち、下層側の組気シールド暦21、22のうち、下層側の組気シールで置に、図4に示すような田間21a、21bが形式されている。24に大路の田気シール・暦22のMR業子24と対向する側の田気シール・暦21の一対の糸久田石頃29a、29bに対応した位置に所定の深さで形成されている。

【0041】すなわち、このMRヘッド20では、下暦 類の磁気シールド層21に、このような凹部21g、2

実用化されているものと同様な構造を有する、いわゆる

シールド型のSAL (Soft Adjacent Layer)パイアス方

1 bが形成されることにより、下層側の磁気シールド層 2 1 と一対の永久磁石模2 9 a、2 9 b との間の距離 d 1 と、上層側の磁気シールド層2 2 と一対の永久磁石観2 9 a、2 9 b との間の距離 d 2 とが略等しい個隔とされている。また、このMRペッド2 0 では、このような社でいる。また、このMR成されることにより、下層側の磁気シールド層2 1 0 が形成されることにより、下層側の域気シールド層2 1 0 MR素子2 4 と対対する側の固形状と、上層側の磁気シールド層2 2 0 MR素子2 4 と対向する側の固形状とが互いに結対移な形状とされてい 【0042】これにより、このMRヘッド20では、一対の永久組石版29a、29bから漏れる出来の流れを踏む一化することができ、この一対の永久組石版29a、29bによる水平方向のバイアス出界をMR素子24后通切に印加することができる。したがって、このMRペッド20では、バルクハウゼンノイズ(以下、BHNという。)を減少させることができ、MR素子24の助作の安定化を図ることができる。

【0043】また、この一対の永久田石蹟29a、29 bによる水平方向のパイアス磁界は、例えばMR素子2 4に対して鑑直方向のパイアス磁界を印加するSAL膜 にも影響を及ぼしており、このSAL膜に印加される水 平方向のパイアス磁界も略均一化されることから、SA に類のパイアス磁料・略均一化されることから、SA に類のパイアス磁料・略均一化されることが、SA は解のパイアス機料・略均一化されることが、SA 単純化することができる。したがって、このMRペッド 20では、SAL膜による趣度が向のパイアス機界も分 定したものとなり、出力波形の非対特性(アシンメトリ 一)を緩和することができ、安定した出力波形を得ることができる。

【0044】なお、このMRヘッド20では、一対の永久田石臓298,29bと一対の田敷シールド磨21.22との団職41,42が、MR素子24と一対の田敷シールド磨21,22との団隊81,82よりも大とされている。

【の045】これにより、このMRヘッド20では、一 対の租気シールド番21.22における租界変勢の影響 がMR茶子24へ伝播されるのを防ぐことができ、出力 の安定化を図ることができる。

【0046】次に、上述したMRヘッド20の製造方法 こついて詳細に説明する。

について詳細に説明する。 [0047]なお、以下の説明で用いる図固は、特徴をわかりやすく図示するために、図3及び図4と同様に、特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各部村の寸弦の比率が実際と同じであるとは限らない。また、以下の説明では、MRヘッド2のを構成する各部村並びにその材料、大きさ及び鎮厚等について具体的な例を挙げるが、本発明は以下の例に限定されるものではない。例えば、以下の説明では、ハードディスク装置等でい、例えば、以下の説明では、ハードディスク装置等で

式のMR素子を用いた例を挙げるが、バイアス方法は、 この例に限定されるものではない。また、より大きな出 力が得られる、スピンバルブ関等の巨大磁気総抗効果 (GMR:GiantMagnetroresistance)を利用したMR素子 等を用いてもよい。 【0048】このMRヘッド20を製造する際は、先ず、図5及び図6に示すように、例えば4インチ程度の円盤状の基板40を用象し、この基板40の設面に対して模面研磨加工を施す。この基板40は、最終的にMRは、高硬度の軟性性対料を用いる。具体的には、高硬度が単性対対を用いる。具体的には、高速度の軟性性対対を用いる。具体的には、例えばA1203ーTiC(アルチック)、αーF・203(αーヘマタイト)、NiーZnフェライト等が好適である。なお、図6は、図5中に示す段分×1ーX1「による無路断面図である。

【0049】次に、図7及び図8に示すように、基板40上に、下層網の磁気シールド層21となる第1の軟磁性質41をリフトオフ法により形成する。なお、図8は、図7中に示す線分×2-×2,「による概略断面図であ

【ののちの】異体的には、先ず、図のに示すように、総彼ものの主面上に、下層敷の磁気シールド層21に対応した関ロ師42aを有する第1のレジストパターン42を形成する。このとき、第1のレジストパターン42は、関ロ部42aにおいて、下層強部が上層猛部よりも後退した逆テーパー型となることが好ましい。

[0051] この第1のレジストパターン42の周口部42°を逆テーパー型とする場合には、逆テーパー用のレジスト材料、例えば、ZPN-1100(日本セナン社製)や、AZ5214E(クライアント社製)等を用いて、通常のレジスト質と同様にブリペークし、電光を行った後、110℃の温度で加熱して反転ペーキングを行い、過大電光(反転電光)を行う。また、逆テーパー型の第1のレジストパターン42を形成する際は、は、ビア世イパー用レジストパターン42を形成する際は、は、ビア世代もに、近に逆テーパー用レジストが対毎に推奨されている手法を用いてもよい。

【のの52】また、この第1の枚単性臓41を形成する際は、図9に示すような逆テーパー型の第1のレジストパターン42の代わりに、図10に示すような2層構造を有する第2のレジストパターン43を基板40上に形成してもよい、

[0063] この第2のレジストパターン43は、第1のレジスト版43aと第2のレジスト版43bとが簡次後層されてなり、下層的田気シールド層21に対応した昭口部43cを有するとともに、この周口部43cにおいて、第1のレジスト版43aがこのよりも後退した形状を有してい第2のレジスト版43bよりも後退した形状を有してい

【0054】この2層構造を有する第2のレジストバターン43を形成する場合には、第1のレジスト膜43a

として、通常の反射が止腹用の材料、例えばARC(Bress/Selence社製)を用い、この第1のレジスト製も3。 るを結任40上の全国に亘って形成する。一方、第2のレジスト関43bとして、通常のレジスト材料、例えばAZ610と(クライアント社製)を用い、この第2のレジスト関43bを指がシールド層201に対応した配口部43。を有するように形成する。そして、通常のレジスト環と同様にブリベークし、観光を行った後に、現像を通常よりも長時間に亘って行う。これにより、第2のレジストパケーン43は、第2のレジスト関43bの配口部43。から離出する第1のレジスト関43bの配口部43cから離出する第1のレジスト関43bの配口部43cから電出する第1のレジスト関43bの配口部43cから電出する第1のレジスト関43bのピジストはもし、この間口部43cに形成された第2のレジスト関43bかに形成なれた第2のレジスト関43bかに形成された第2のレジスト関43bかに必然となる。

[0065]次に、このような第1のレジストパケーン42次は第2のレジストパケーン43を用いて、第1の軟曲性属41をスパックリング等により成践する。この第1の軟曲性属41の材料としては、例えばFeAlSifない。また、第1の数曲を添し、10つ回域シールドとして健康するためで、ステムで用いる主張長に対応しなければなっず、通常・最長送長の日出してして、センダストを用い、回り及び図目に示す第1の数単性関41の関係を2、こでは、第1の数単性関41の関係を2、54mとし、大きさ11××12を100μm×80μmたした。

【ののちも】次に、第1のレジストパターン42又は第2のレジストパターン43を、これらレジストパターン42、43上に格譲した第1の教団在版41とともに踏去する。これらレジストパターン42、43の起離には、アセトンズは、NMP(Nーメチルビロリドン)等の協格を用いられる。

[0057] これにより、基板40上に、図7及び図8 に示すような所定の形状とされた下層圏の磁気シールド 層21となる第1の数磁性関41が形成される。

(0058) このように、第1のレジストパターン42 又は第2のレジストパターン43を、この上に権強した 第1の検磁性値41ともに降去し、これらレジストパ ターン42、43で優われていない部分のみに第1の較 磁体膜41を形成する平法のことを、一般にリントオ 法と呼ぶが、このリフトオフ強により形成される第1の 数田性膜41の雑節が明瞭に分断されるためには、図9 に示すような型テーパー型の第1のレジストパターン4 2や、図10に示すような2個構造を有する第2のレジ ストパターン43が必要となる。すなわち、このような 形状のレジストパターンを用いることにより、この上に 成質される材料が、レジストパターンのエッジ部分にて 分所され、この分断された部分のレジストパターンを €

除去する溶剤が入り込むことにより、成價材料の明燉な

【0059】また、超音波洗浄槽により基板40を揺動 ストパターン43の剝離を行うことで、刺離時間を短縮 なせながら 難ュのフジストペターン 42 又は 靴2のフジ することができる。

フォトリングラフィ技術を用いて、このレジスト膜を所 [0060]次に、図11及び図12に示すように、こ の永久磁石膜29 a. 29 b に対応した2つの長方形の 閉口部44g、44bを有する第3のレジストパターン 44を形成する。なお、図11は、図7中に示す囲み部 【0061】次に、この第3のレジストパターン44を マスクとして、イオンエッチング等により第1の軟田性 足の形状にパターニングすることにより、後述する一対 分Cを拡大して示す概略平面図であり、図12は、図1 関41に対してエッチングを行った後、この第3のレジ の第1の軟磁性質41上に、フォトレジストを塗布し、 硬化させることによりレジスト顔を成膜する。そして、 1中に示す様分×3-×3,による概略所図図である。

[0062] 次に、図15及び図16に示すように、第 る。なお、図16は、図15中に示す機分×5−×5′に 45を成践した後、この基板40上に形成された第1の 軟磁性膜41が露出するまで研磨する。これにより、基 16に第1の非磁性非導電性膜45が埋め込まれ、基板 40上の第1の軟磁性膜41が形成されていない部分及 て、例えばA 1203等からなる第1の非磁性非導電性関 板40と第1の軟磁性膜41との間及び凹部41a. 4 **び凹部41a.41bとの段差が無くなり平坦化され** 1の軟磁性膜41が形成された基板40の全面に亘っ よる概略断面図である。

る。ここでは、例えば5μm程度の厚みで成膜した。ま た、第1の非磁性非導電性膜45は、A12O3の代わり 【0063】この第1の非磁性非導電性関45の関厚 t にSiO2等を用いてもよく、スパッタ法や蒸着等の任 3は、第1の軟磁性膜41が完全に埋まる必要があるた め、第1の軟磁性膜41の膜厚以上の厚みが必要とな 意の方法により形成される。

された面に対する研磨は、ダイヤモンド既粒で粗く削っ た後、CMP (Chemical 8: Machanical Polishing)で教 **商を慎らしてもよく、初めからCMPにより研磨しても** 【0064】また、第1の非磁性非導電性膜45が成職

よい。但し、葛板40の全面に亘って第1の軟磁性順4 1の表面が露出するまで行う必要がある。

【0065】ここで、第1の教団住職41に対して慰処 ストを用いていることから、550℃前後の熱処理温度 せた。なお、第1の軟磁性膜41として、センダスト以 第1の軟磁性質41となる材料に応じた熱処理を施す必 が必要であり、例えば1時間で550℃となるように加 熱した後、同温度で1時間保持し、その後、自然冷却さ 外の材料を用いた場合には、その材料に最適な熱処理を 要ある。ここでは、第1の軟斑位膜41として、センダ 理を施す。この第1の軟磁性膜41に対する熱処理は、 施すこととなる。

[0066] 次に、図17及び図18に示すように、こ の平坦化された基板40上に、スパッタリング等により 下層側のギャップ層23となる第2の非磁性非導電性膜 46を成膜する。なお、図18は、図17中に示す線分 ×6−×6,による概略所回図である。

て適切な値に数定すればよい。ここでは、第2の非磁性 [0067] この第2の非磁性非導電性関46の材料と しては、希線特性や配摩特件等の概点から、A 12O3が 好適である。なお、第2の非磁性非導電性関46の膜障 tdは、磁気テープ2に記録された信号の周波数に応じ 非導電性膜46の膜厚t4を、例えば100nm程度と

1上から除去する。これにより、第1の軟磁性膜41の

図13及び図14に示すように、上述した下層艦の磁気 a. 41bが形成される。なお、殴13は、図7中に示 **ず囲み部分のを拡大して示す概略平面図であり、図14** は、図13中に示す核分×4-×4,による概略断面図で

シールド層21の回部21a, 21bとなる回部41

一対の永久磁石膜298.295に対応した位置には、

ストパターン44を有機溶剤等により第1の軟磁性膜4

【0068】次に、図19及び図20に示すように、第 2の非磁性非導電性膜46上に、例えばSALパイアス 方式のMR素子24を構成する薄膜(以下、MR素子用 る。なお、図20は、図19中に示す線分×7-×7, に 葦膜という。) 47をスパッタリング等により成膜す よる概略新面図である。

C膜厚約24 nmのNiFeNb層と、中間絶縁層とし て鉄厚約5ヵmのTa層と、MR層として鉄厚約20ヵ とにより形成される。このMR素子用算製47において 対してパイアス磁界を印加する、いわゆるSAL膜とな 【0069】このMR素子用薄質47は、例えば、下層 として膜厚約5nmのTa層と、SALバイアス層とし mのNiFe層と、上層として順厚約1nmのTe層と が、この順でスパッタリング等により順次後層されるこ り、MR素子24の感磁部となる。また、このMR素子 は、NiFe層が磁気抵抗効果を有する軟磁性膜であ 用導膜47においては、NiFeNb濡がNiFem

の材料及びその関厚は、以上の例に限定されるものでは なく、MRヘッド20の使用目的等に応じて適切な材料 【0070】なお、MR素子用導騰47を構成する各層 を選択し、適切な順厚に設定するようにすればよい。

【0071】ここで、図18に示す第2の非磁性非導電 生質46の膜厚t4は、最終的にシステムに必要なシー t 4=G/2- (TaMの域項5nm+N:FeNb層 ルド間距離(いわゆる再生ギャップ)をGとしたとき、

の展開24nm+Ta層の機序5nm+NiFe層の機 厚20mm/2)を算出することにより決定される。こ ラフィ技術を用いて、MR素子24となる部分に一対の 矩形状の永久磁石膜29a, 29bをMR素子用薄膜4 /に埋め込む。また、MR素子24の抵抗値を減少させ 【0072】次に、図21乃至図23に示すように、M R素子24の動作の安定化を図るために、フォトリング れにより、MR素子24が一対の磁気シールド層21、 2.2の間の中心位置にて正確に配置されることとなる。 るために、この一対の永久磁石膜29g,29b上に、 より抵抗値の低い低抵抗化膜30g, 30bを形成す

る。すなわち、MRヘッド20においては、MR素子2 4のトラック幅が約5μmとなる。なお、MR素子24 のトラック幅Twは、以上の例に限定されるものではな (、MRヘッド20の使用目的等に応じて適切な値に設 そして、これら一対の永久街石蹟29g,29bの間幕 [0073] この一対の永久磁石膜29m、29bは、 例えば長辺方向の長さ t.5が約50μm、短辺方向の長 さも6が約10μmとなり、一対の永久磁石膜29m、 296の間隔17が約5μmとなるように形成される。 t 7が、最終的にMR素子24のトラック幅Twとな 定すればよい。

性膜41上に配置される必要がある。ここでは、これら [0074]また、これら一対の永久磁石順29a, 2 9 b は、下層側の磁気シールド層21 となる第1の軟磁 永久磁石膜29a.29bの中心位置と、第1の軟磁性 膜41のトラック幅方向の中心位置とが一致するととも に、第1の軟磁性膜41の上端部から縦方向に30μm 程度魅れた位置に配されている。なお、永久磁石膜29 a. 29bの配置は、最終的に磁気シールド層21,2 2として残る部分がMR素子24のデプス方向の幅の5 倍程度以上であればよく、以上の例に限定されるもので

[0075] 具体的に、これら永久磁石膜29a, 29 b及び低抵抗化費30g.30bをMR素子用薄膜47 り、MR素子24となる部分に2つの長方形の関ロ部を 有するマスクを形成する。次に、エッチングを値すこと により、閉口部から韓星していたMR素子用薄膜47を もウェット方式でも構わないが、加工のしやすき等を考 除去する。なお、ここでのエッチングは、ドライ方式で に埋め込む際は、例えば、先ず、フォトレジストによ 慮すると、イオンエッチングが好強である。

【0076】次に、マスクが形成されたMR素子用薄膜 a. 29bを成膜する。なお、永久磁石膜29a. 29 bの材料としては、保持力が1000 [Oa] 以上ある 材料が好ましく、例えばCoNiPtやCoCrPt等 が好過である。また、永久磁石膜298、29bの膜厚 47上に、スパッタリング等によって永久出石頂29

は、MR煮子用薄膜47と同程度とした。

パッタリング等によって毎毎抗化膜30a. 30bを成・ [0077] 次に、永久磁石膜298. 296上に、ス 関する。なお、低低抗化膜30g、30bの材料として は、例えばCr、Ta等が好適である。また、低抵抗化 [0078] 次に、マスクとなっていたフォトレジスト を、このフォトレジスト上に成蹊された永久磁石質29 a. 29b及び低框坑化膜30a, 30bとともに除去 する。これにより、図21乃至図23に示すような所定 頃30 a, 30 bが、MR素子用漢腹47に埋め込まれ た状態となる。なお、図22は、図21中に示す囲み部 の厚み分とする必要があり、ここでは、低抵抗化債30 の形状とされた永久磁石臓29g, 29b及び低抵抗化 に、図13及び図14に示すような所定の形状とされた a、415の深さは、下値側の斑気シールド階21のM ルド層22のMR素子24と対向する側の固形状とが互 いに略対称な形状とように、低抵抗化膜30g.30b 分のを拡大して示す概略平面図であり、図23は、図2 R戦子24と対向する数の国形状と、上層数の研究シー [0079] ここで、上述した第1の軟田性質41に は、一対の永久磁石膜29g.29bに対応した位置 凹部41a, 41bが形成されている。この凹部41 2中に示す線分×g-×g'による概略断面図である。 **貰30g.30bの腹厚は、約60nmとした。** a. 306の厚みと阿様に60nmとしている。

を供給するための導体部318. 316となる部分に関 ウェット方式でも構わないが、加工のしやすさ等を考慮 MR素子24となる部分及びMR素子24にセンス電流 口部を有するマスクを形成する。そして、エッチングを 施して、傾口部に韓母していたMR素子用薄膜47を除 すると、イオンエッチングが好適である。そして、マス り、図24及び図25に示すようなMR素子用薄膜47 のうち、最終的にMR素子2々となる部分47g及び導 る。なお、図24は、図21中に示す囲み部分でを拡大 去する。なお、ここでのエッチングは、ドライ方式でも して示す概略平面図であり、図26は、図24中に示す [0080] 次に、フォトリングラフィ技術を用いて、 クとなっていたフォトレジストを除去する。これによ 体部31.32となる部分47bが残された状態とな 級分×9-×9,による概略を回図である。

[0081] ここで、MR素子24となる部分478の 体部31a. 31bとなる部分47bの図属tilは、M Rヘッド20が用いる環境に応じて最適な値に設定する b面20ヵ倒の雄部から他雄倒までの長さ、すなわちデ プス長に相当する。したがって、MR素子24のデプス 是は、約7 mmとなる。また、導体部31g、316と 個、すなわちMR素子24の値18や導体部31a. 3 1 bとなる部分47 bの長さ19及び幅110、さらに導 約7μmとした。このMR素子24の値もgは、媒体指 ようにすればよい。ここでは、MR素子24の幅18を なる部分47bのそれぞれの長さtgを約1.5mmと 9

し、それぞれの幅 t 10を約80μmとし、それぞれの間隔 t 11を約40μmとした。

【のの82】次に、図26及び図27に示すように、フォトリングラフ4技術を用いて、導体部31a. 31bを形成する。なお、図26は、図21中に示す囲み部分でを拡大して示す価格中図図であり、図27は、図26 中に示す機格が10~x10「による機略所面図である。

(0083) 具体的には、先生、フォトレジストにより、導体的31a、31bとなる部分47bに関口部を有するマスクを形成する。次に、エッチングを施して、関口部に離異している部分、すなわち導体部31a、31bが名称せる。次に、フォトレジストのマスクをそのまま残した状態でその上に導電資を成蹊する。こで、導電弧は、労えば銀厚10nmのTi弧がこの強でメパッタリング等により極次積層をれることにより形成される。その後、マスクとなっていたフォトレジストを、このフォトレジスト上に成蹊された導電弧ともに除去することにより、導体的31a、31bが形成される。

(0084)次に、図28及び図29に示すように、スパッタリング等により上層側のギャッブ層23となる第3の非磁性非導電性類48を成膜する。なお、図28は、図21中に示す阻み部分Cを拡大して示す機略下面図であり、図29は、図28中に示す機分×11ー×11「による機略断面図である。

【のの85】この第3の非磁性非導電性膜48の材料としては、絶縁特性や耐磨耗性等の観点からA1203が好適である。また、この第3の非磁性非導電性膜48の膜厚112は、磁気配線操体に配線された機号の周波数等にあじて適切な値に設定すればよく、ここでは、120mとした。

【の086】また、この第3の非磁性非導電性膜48の飯厚 112は、最終的にシステムに必要なシールド団距離(いわゆる再生ギャップ)をGとしたとき、112=G/2ー(NiFe圏の競摩20nm/2+Ta圏の競摩1nm)を算出することにより決定される。これにより、MR素子24が一対の磁気シールド層21、22の間の中心位置にて正確に配置されることとなる。

【のの87】次に、図30及び図31に示すように、第 3の非磁性非導電性質48上に、上層側の磁気シールド 層22となる第2の核磁性膜49をリフトオフ法により 形成する。なお、図30は、図21中に示す圏み部分 を拡大して示す機能平面図であり、図31は、図30中 に示す機分×12~×12「による概略断面図である。

[0088] 具体的には、先ず、図32及び図33に示すように、第3の非磁性非導性機関を関4とに、上層図の超数シールド層21に対応した関ロ部50aを有する第4のレジストパターン50を形成する。なお、図32は、図21中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略中面は、図21中に示す囲み部分Cを拡大して示す概略中面

**【の094】次に、このような第4のレジストパターン50又は第5のレジストパターン50又は第5のレジストパターン51を用いて、上層劇の田気ツールド層22となる第2の快班体験49をスパ** 

図であり、図33は、図32中に示す様分×13−×13′ による配数所函図である。 【のの89】このとき、第4のレジストパターン50 は、関ロ部50gにおいて、下層部権部が上層権制より も後退した光テーパー型となることが好ましい。

[0090] この第4のレジストパターン50の関ロ部50-8 を逆テーパー型とする場合には、逆テーパー用のレジスト材料、倒えば、ZPN-1100 (日本セナン社製) や、AZ5214E (クライアント社製) 等を用いて、通常のレジスト製と回様にプリペークし、露光を行った後、110℃の温度で加熱して反称ペーキングを行い、過大電光(反転電光)を行う。また、逆テーパー型の第4のレジストパターン50を形成する際は、上述した逆テーパー用レジストが4年に推奨されている年法を用いてもよい。

[0091] また、第2の教磁性媒々9を形成する際は、図32及び図33に示すような逆テーパー型の第4のレジストパターン50の代わりに、図34及び図35に示すような2層構造を有する第5のレジストパターン51を第3の非磁性非導性膜48上に形成してもよい。なお、図34は、図21中に示す囲み部分でを拡大して示す網絡平面図であり、図35は、図34中に示す機分×14-×14「による無熱断面図である。

【のの92】この第5のレジストパターン51は、第1のレジスト版61sと第2のレジスト版51bとが耐效 積層されてなり、上層側の出気シールド層22に対応した関口的51sを有するとともに、この関口部51sにおいて、第1のレジスト版51sがこの共に形成された第2のレジスト版61sよりも後退した形状を有してい

a を第3の非磁性非導電性膜48上の全面に亘って形成 真51g上に、上近した上層側の磁気シールド層22に を用い、この第2のレジスト膜516を第1のレジスト て、通常のレジスト膜と同様にプリベークし、露光を行 った後に、現像を通常よりも長時間に亙って行う。これ こより、第5のレジストパターン61は、第2のレジス ト膜516の謎ロ部51cから輸出する第1のレジスト **真51gが除去されるとともに、この関口部51cにお** いて、第1のレジスト取518がこの上に形成された第 【0093】この2層構造を有する第5のレジストパタ **ーン51を形成する場合には、第1のレジスト膜51**g として、通常の反射防止膜用の材料、例えばARC (Br する。一方、第2のレジスト戦51bとして、通常のレ ewerScience社製)を用い、この第1のレジスト膜51 ジスト材料、例えばAZ6108 (クライアント社型) 対応した関ロ部51cを有するように形成する。そし 2のレジスト膜51bよりも後退した形状となる。

ッタリング等により成闘する。第2の軟磁性関49の材料としては、すでにMR素干24が設成されていることがら、上述した第1の軟磁性膜41に対して行われた高温での熱処理を行うことができず、自ずと制限がある。このため、第2の軟磁性膜49としては、MR素子24の耐熱温度である350で以下での熱処理を施すことにより軟磁性を示す材料、或いは熱処理を施すことなく軟磁性を示す材料を用いる必要がある。

【0095】ここでは、第2の数磁性債49として、Cの系のアモルファス材料を用いた。具体的に、Cの系のアモルファス材料として、例えばCoZrNbTaを用いた場合には、Co.Zr.Nb.Taの組成比を、それぞれa.b.c.d(a、b、c、dはそれぞれ原子物)としたとき、68≤a≤90.0≤b≤10.0≤c20.0≤d≤10(a+b+c+d=100原子物)の範囲にて優れた数磁域特性を得ることができ、特に、79≤a≤83、2≤b≤6、10≤c≤14、1≤d≤5(a+b+c+d=100原子物)の範囲にて優れた数磁域特性を得ることができ、特合に、79≤a≤83、2≤b≤6、10≤c≤14、1

【0096】これにより、磁気ヘッド2のにおける媒体溶動面20。の偏離耗の発生を減少させることができ、スペーシングロスを減少させ、高い再生出力を維持するとともに、ヘッドの寿命を延ばすことができる。なお、これらの組成以外の組合せとしては、Tsの代わりにM。C.C.T.H.H.P.D.W.V等やそれらの複合

[0097]また、第2の飲磁性頃49は、MRヘッド20の出気シールドとして機能するために、システムで用いる金波長に対応しなければならず、通常、最長波長の2倍以上の頃厚が必要となる。こでは、第2の飲磁性頃49の厚みを3μ細環度とした。なお、アモルファス磁性環の特性を安定させるために、第2の軟磁性頃49の下地にC・等を数・m程度堆積させた方が好まし

【の098】次に、類々のレジストパターンちの文は第5のレジストパターン51を、これらレジストパターン50を、これらレジストパターン50.51上に確復した第2の教団性臓49とともに除去する。これらレジストパターン50.51の慰離には、アセトン文は、NMP(Nーメチルピロリドン)移の活対を用いられる。

【0099】これにより、第3の非磁性非導電性膜上に、図30及び図31に示すような所定の形状とされた上層窓の磁気シールド層22となる第2の軟磁性膜49か形成される。

[0100] このように、第4のレジストパターン50以は第6のレジストパターン51を、この上に推復した第2の数価性膜48とともに除去し、これらレジストパターン50、51で置われていない部分のみに第2の数句エン50、51で置われていない部分のみに第2の数句エン50、51で置われていない部分のみに第2の数句エン50のである呼吸のこのリフトオフ法により形成され、このリフトオフ法により形成され

る第2の数量性関々9の端部が明顯に分断されるために は、図33に示すような逆ナーパー型の第4のレジスト パターン50や、図35に示すような2面は強を有する 第5のレジストパターン51が必要となる。すなわち、 このような形状のレジストパターンを用いることにより、この上に成蹊される材料が、レジストパターンコ ッ、この上に成蹊される材料が、レジストパターンのエ ッジ部分にて分断され、この分断された部分からレジス トパターンを除去する溶剤が入り込むことにより、成該 材料の明瞭なパターニングが可能となる。

**【の101】また、組御政法や借により必収40を回動させながら第4のアジストパターン50又は第6のアジストパターン50又は第6のアジストパターン51の契離を行うことで、契離時間を短縮することができる。** 

【の102】次に、図36及び図37に示すように、フォトリングラフィ技術を用いて、MRヘッド20の外部接機用端子32g。32bを導体部31g。31bの編部上に形成する。なお、図36は、図21中に示す開め部分でを拡大して示す概略平面図であり、図37は、図36中に示す段分×15~×15′による概略断面図であ

a. 32bが形成される。 【0104】なお、この外部接接用端子32a. 32bの長さに13は、例えば50μm程度として形成する。また、この外部接続用端子32a. 32bの編に1は、導体的31a、31bの幅に10と同じであり、例えば80μm程度とされる。

【の105】次に、図38及び図39に示すように、M Rヘッド20全体を外部と透断するために、全面に対し で保護関33を成践する。なお、図38は、図21中に 示す囲み部分でを拡大して示す概略平面図であり、図3 [0 1 0 6 ] 具体的には、例えば、スパッタリングによって A 1203を 4 μ m程度の関係となるように形成する、なお、この保護項3の材料としては、非単性非導

2

耐環境性や耐爆耗性を考慮すると、A 12O3が好適であ る。また、この保護膜33は、スパッタリング以外の方 法によって形成してもよく、例えば、恭着法等によって 電性の材料であればA 1203以外も使用可能であるが、

る。この研磨工程においては、例えば、粒径が約2μm [0107] 次に、外部接続用端子32a、32bが喪 面に露出するまで、全面に形成した保護膜33を研磨す 326の表面が露出するまで粗研磨する。そして、シリ コン砥粒によってパフ研磨を紡して、表面を鏡面状態に 仕上げる。これにより、最終的にMRヘッド20となる のダイヤモンド砥粒によった、外部接続用塩子32a. 多数のヘッド素子が形成された基板40が得られる。

[0108] 次に、図40に示すように、MRヘッド2 0となる多数のヘッド素子52が形成された基板40を 短冊状に切り分けることにより、様方向にヘッド煮子5 2が並ぶヘッドブロック53を形成する。ここで、横方 向に並ぶヘッド素子52の数は、生産性を考慮するとで きる限り多い方がよい。図40においては、簡略化のた めに、ヘッド素子52が5倒並ぶヘッドブロック53を が並ぶようにしても構わない。また、本実施の形態にお いては、ヘッドブロック52の幅:IJは2mmとしてい 図示しているが、実際には、これ以上のヘッド素子52

接続用端子32g、32bを外部に露出させる。これに 例えば厚さ 118が約0. 7mm程度のガード部村54を よりも低くして、ヘッドブロック54に形成された外部 [0109] 次に、図41に示すように、ヘッドプロッ 貼り付ける。このガード部材ち4には、多結晶フェライ ガード的女ち 4 の残さ 1 19をヘッドプロックち 3 の残さ より、外部接続用端子32g、32bは、外部と電気的 ク53上に、MRヘッド20の第2の基板26となる。 は、例えば樹脂系等の接着剤が用いられる。このとき、 ト等が用いられる。このガード部材64の貼り付けに に接続することが可能となる。

[0110] 次に、図42に示すように、MRヘッド2 施し、この茴を円弧状に形成する。具体的には、MR素 研磨加工を行う。これにより、図42に示すようなMR ヘッド20の媒体搭動面20gとなる面が円型状の曲面 0の媒体複動函20gとなる随に対して円筒研磨加工を 子24の前端が媒体揺動面20gに韓国すると共に、こ のMR素子24のデブス長が所定の長さとなるまで円筒 となる。なお、この円箔研磨加工によって形成される媒 体搭動面20aとなる面の曲面形状は、 テープテンショ ン等に広じて最適な形状とすればよく、特に限定される ものではない。 [0111] 次に、図43に示すように、ガード部材5 4が接合されたヘッドブロック53を各ヘッド素子52 毎に、システムで要求されるアジマス角8に応じた切断 限ローロ'に沿って分割する。これにより、図3に示す

ような個々のMRヘッド20が多数得られる。

英用する際は、このMRヘッド20をチップベースに貼 リ付けるとともに、外部接続用端子32a. 32bがチ 【0112】以上のように作毀されたMRヘッド20を ップペースに設けられた増子と電気的に接続される。そ して、このMRヘッド20は、ヘッドチップに取り付け られた状態で図2に示すような回転ドラム6に取り付け られ、再生ヘッド88、8bとして用いられる。

[0113] 以上のように、本党明を適用して作数され るMRヘッド20では、下層側の磁気シールド槽21と bを形成することにより、下層側の磁気シールド層21 なる第1の軟磁性膜41に、上述した凹部41g. 41 ヒー対の永久磁石膜29g.29bとの間の距離41

と、上層側の磁気シールド層22と一対の永久磁石膜2 98.29bとの間の距離d2とを略等しくすることが できる。また、下層側の磁気シールド層21のMR素子 22のMR素子24と対向する側の面形状とが互いに略 24と対向する側の函形状と、上層域の磁気シールド値 対称な形状とすることができる。

[0114] この場合、一対の永久磁石膜29a, 29 **らから漏れる磁束の流れを略均一化することができ、こ** の一対の永久磁石膜298.296による水平方向のパ イアス磁界をMR素子24及びSAL膜に適切に印加す ることができる。

[0115] これにより、このMRヘッド20では、バ せることができ、MR素子24の動作の安定化を図るこ とができる。また、SAL膜による垂直方向のパイアス ンメトリー) を緩和することができ、安定した出力波形 ルクハウゼンノイズ(以下、BHNという。) を減少さ 磁界も安定したものとなり、出力波形の非対称性 (アシ を得ることができる。

22との閻陽d1, d2が、MR素子24と一対の磁気 シールド磨21. 22との間隔81. g2よりも大とさ 【0116】なお、このMRヘッド20では、一対の永 久磁石膜29m、29トと一対の磁気シールド層21、 れている。

がMR素子24~伝播されるのを防ぐことができ、出力 対の磁気シールド層21、22における磁界変動の影響 [0117] これにより、このMRヘッド20では、 の安定化を図ることができる。

**b との間隔が従来よりも広くなることから、この一対の** [0118] 非た、このMRヘッド20では、下層型の **出気シールド層21となる第1の軟磁性質41に、上述** した凹部418、41bを形成することにより、下層側 の磁気シールド層21と一対の永久磁石膜298、29 永久磁石膜29g,29bの磁束が、下層側の磁気シー ルド層21~と漏れてしまうのを防ぐことができる。 [0118] このように、本手法では、下層側の苗気シ 一ルド層21となる第1の軟磁性膜41に、上述した凹 部41g、41bを形成することにより、一対の永久磁

石膜29a、29bと一対の磁気シールド層21,22 との問題d1,d2が略等しくされたMRヘッド20を 容易に作製することができる。これにより、歩留りの向 上した高品質のMRヘッド20を大量に製造することが でき、生産性を大幅に向上させることができる。

ルド暦21にこのような凹部218.21bを設けずに たヘッドの中から、それぞれ抽出された60個のヘッド ッド(以下、本弟問ヘッド)について、これら作戯され うち、BHNが発生したヘッドの割合を示すグラフを図 のような凹部218.216を設けて作製されたMRへ 【0120】ここで、従来のように、下層敷の磁気シー と、本発明のように、下層側の磁気シールド層21にこ 44に示す。なお、図44に示すグラフのうち、(8) 作数されたMRヘッド(以下、紋来ヘッドという。) は、本発明へッドにおけるBHNの発生母を示す。 は、従来ヘッドにおけるBHNの発生事を示し、

から、本発明ヘッドの場合には、従来ヘッドの場合と比 [0121] これら図44に示すグラフ(a), (b) る。これは、一対の永久磁石膜29g,29bによる水 h、このMR業子24の動作の安定化が図れていること 平方向のパイアス磁界がMR素子24に適切に印加さ 較して、BHNの発生率が極端に減少することがわか を示している。 【0122】また、これら従来ヘッド及び本発明ヘッド — (以下、Aョym. という。)の分布の割合を示すグ ち、(a)は、従来ヘッドにおけるAsym.の分布の について、出力波形の非対称和、いわゆるアシンメトリ は、ABym、が10%以下である場合、bは、ABy m. が20%以下である場合、olt、Asym. が30 %以下である場合を示す。また、dは、BHNの発生率 を示しているが、ここで鉛生するBHNは、これらヘッ 従来ヘッド及び本発明ヘッドは、ともに14%の作数不 ラフを図45に示す。なお、図45に示すグラフのう 朝合を示し、(b)は、本発明ヘッドにおけるABy m. の分布の割合を示す。また、図45において、a ドの作製時における欠陥の発生に起因するものであり、 良が生じたことを示している。

安定した出力波形が得られることがわかる。これは、作 製上、何れのヘッドも各構成要素の護厚分布に多少のぱ らつきが生ずるものの、従来のヘッドの場合、そのよう な関厚分布のばらつきが顕著に現れ、非対称性の原因と なってしまうのに対して、本発明ヘッドの場合、SAL く、そのような展厚分布に多少のばらつきが生じたとし ても、MR素子に除接するSAL質から、適切なパイア から、本発明へッドでは、Asym.の分布が少なく、 **獎による垂直方向のパイアス磁界が他の影響を受けにく** 【0123】これら図45に示すグラフ(a), (b) ス磁界が印加されていることを示している。

【0124】次に、本発明を適用したMRヘッドの他の 構成例として、図46に示すMRヘッド60について説

说明を省略するものとする。

助面側から見た概略値面図である。また、以下の説明に 、 明する。なお、図46は、このMRヘッド60を媒体階 は説明を省略するとともに、図面において同じ符号を付 おいて、上述したMRヘッド20と四等な部位について すものとする。

対の永久磁石膜29g, 29bと一対の磁気シールド層 ギャップ層23のうち、上層側のギャップ層23の上函 21. 22との間隔d1. d2を略等しくするために、 【0125】このMRヘッドマージ型ヘッド70は、 238が平坦化されている。

[0126] すなわち、このMRヘッド60では、上層 8のギャップ層23の上面23aが平坦化されることに より、下層側の磁気シールド層21と一対の永久磁石膜 29g,29bとの間の距離41と、上層圏の磁気シー ルド層22と一対の永久磁石膜29g. 29bとの間の **簡蘖 d 2 とが略等しい関係とされている。** 

**吋の永久磁石膜29g, 29bから漏れる磁束の流れを** a. 29 bによる水平方向のパイアス磁界をMR素子2 4に強切に印加することができる。したがって、このM ペルクハウゼンノイズ(以下、BHNという。)を減少 させることができ、MR素子24の動作の安定化を図る Rヘッド60では、上述したMRヘッド20と回答に、 略均一化するにとができ、100一対の永久磁石膜29 [0127] これにより、このMRヘッド60では、 ことができる。

[0128] また、この一対の糸久磁石膜298、29 bによる水平方向のパイアス磁界は、例えばMR素子2 4に対して垂直方向のパイアス磁界を印加するSAL膜 にも影響を及ぼしており、このSAL頃に印加される水 **甲方向のバイアス選択も配均一化されることから、SA** L関のパイアス設計、すなわちSAL関の関厚の設計も 単純化することができる。したがって、このMRヘッド 20では、上近したMRヘッド20と同様に、SAL段 出力波形の非対称性 (アシンメトリー) を緩和すること による垂直方向のパイアス磁界も安定したものとなり ができ、安定した出力波形を得ることができる。

[0129] また、このMRヘッド60では、上層倒の 平坦化することができる。これにより、このMRヘッド 60では、上国艦の磁気シールド層22の磁気特性が向 り、この上に形成される上層劇の磁気シールド層22も 上すると共に、不均一な磁区の発生を抑制することがで ギャップ層23の上面23aが平坦化されることによ

【0130】次に、図47に示すような上層製のギャッ プ層23となる第3の非磁性非導電性膜48の上面48 aを平坦化する方法について説明する。なお、MRヘッ たMRヘッド20の製造方法と同様なことから、詳細な ド60の製造方法については、この第3の非磁性非導電 性膜48の上面488を平坦化する方法以外は、上述し

## 2002-74617

3

【0131】この第3の非磁性非導電性質48の上面48sを平均化する際は、先ず、第3の非磁性非導性膜48の最時において、計算で求められる最終的な上層関のギャップ層23の厚みに加えて、この第3の非磁性非導電性膜48の上面48sを中均化するための研磨量を考慮した順みとする必要がある。

[0132]すなわち、第3の非磁性非導電性膜48に対する研磨量は、上述した低格抗化膜30。 30 bの原み以上とする必要であり、これ以下であると、所望の厚みとなるまで第3の非磁性非導電性膜48を研磨した際に、この第3の非磁性非導性膜48の上面48を完全に平型化することができななる。また、低格抗化膜30。30よりもちに属膜を強加させるのは、研發後の膜平分布を対慮したためであり、この値は使明する発電によるものの任意である。こでは、図47に示す数量によるものの任意である。こでは、図47に示す数量によるものの任意である。こでは、図47に示す数量を加えする場合を表

[0133]次に、第3の非磁性非導電性膜48の上面48sに対して平坦化のための研磨加工を結ず。この研磨加工は、機械研磨や化学的研磨(パフ研磨)等を用いることができるが、表面性を考慮すると、化学的研磨が望ましい。これにより、図48に示すように、第3の非磁体非等電性質48の上面48sを平坦化することができる。

【0134】このように、本手法では、第3の非磁性排 導種性限48の上面48aを平坦化することにより、一 対の糸久磁石限29a。29bと一対の磁気シールド層 21.22との関隔41.42が略等しくされたMRヘッド60を容易に作製することができる。これにより、歩 留りの向上した高品質のMRヘッド60を大量に製造することができ、生産性を大幅に向上させることができ、 [0135] ここで、別えば図46に示すような上層的のギャップ番23の上面23aが中垣にされたMRペッドを用いて、下種園の斑気シールド層21と一対の赤久田石蹟29a、29bとの間の距離41と、上層80田気シールド層22と一対の永久田石蹟29a、29bとの間の距離42との距離22と一対の永久田石蹟29a、29bとの間の距離42との正確22と一寸でシンメトリーの変動との関係を測定した結果を図49に示す。なお、ここでは、48個の各MRやッドこつにて、距離の差22と16度にさけた幅21、22の間におけるMRボー24の配属については、変更しないものとする。

を20 n m以上とすれば、このアシンメトリーの変動が 比較的安定することがわかる。 【 0 1 3 7】以上のことから、下層側の磁気シールド層 2 1 と一対の永久街石職 2 9 a 、 2 9 b との間の距離 4 1 と、上層側の磁気シールド層 2 2 と一対の糸久街石職 2 9 a 、 2 9 b との間の距離 4 2 との絶 4 2 - 4 1 の許段部囲としては、2 0 n m以下とすることが望ましい。[ 0 1 3 8 ]

**【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る苗気柱活効果型塩気ヘッドでは、一対の永久苗石賃と一対の出気シールド層との関隔が結等しくされていることから、一対の永久斑石膜によるパイアス斑界を磁気経が効果素子に適切に印加することができ、この磁気経対効果素子の動作の安定化を図ることができ、また、出力波形の非対移性を緩和することができ、安定した出力波形を得ることができる。また、出力波形の非対移性を緩和することができ、安定した出力波形を得ることができる。** 

(0139)また、本発明に係る磁気括効果型磁気へッドの製造方法では、下層側の磁気シールド層の一対の永久磁石膜に対応した位置に凹部を形成する、或いは、上層側のギャップ層の上面を平坦化することにより、一対の永久磁石膜と一対の出気シールド層との間隔が略等しくされた磁気抵抗効果型磁気へッドを容易に作成することができる。これにより、歩留りの向上した高品質の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを大量に製造することができる。生産性を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】 【図1】 磁気テーブ装置の一例を示す概略平面図であ 【図2】磁気ヘッド装置の構成を示す概略斜視図であ

•

【図3】本発明を適用したMRヘッドの構成を示す概略 斜視図である。

101、2018 【図4】上EMRヘッドを媒体咨別面関から見た概略権 面図である。 【図5】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、第1の基板となる基板を示す概略平面図であ

【図ら】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図5中に示す緯分×1ー×1,「による素略断面図かまえ

である。 【図7】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、基板上に第1の軟性性質が形成された状態を示

す概略平面図である。

【図8】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図7中に示す機分×2-×2,「こよる機略断函図であり、

【図9】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、基板上に逆テーパー型の第1のレジストパターンが形成された状態を示す要問訴面図である。

[図10] 上記MRヘッドの製造工程を説明するための

図であり、基板上に2層構造を有する第2のレジストパ ターンが形成された状態を示す要部断面図である。

【図11】上記MRペッドの製造工程を説明するための図であり、第1の製造性観上に第3のレジストパターンが形成された状態を示す概略平面図である。

【図12】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図11中に示す線分×3-×3,による電船断 図図である。 【図13】上記MRペッドの製造工程を説明するための図であり、第1の敷出性膜の一対の永久出石膜に対応した血腫に凹部が形成された状態を示す類略平面図であ

7.00mmによりでは、1.00mmによりをよりを出ています。 4.00mmにより、2.0mmにかどの製造工程を認明するための 図であり、図13中に示す総分×4-×4。による構造所 図図である。 【図15】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、基板と第1の株団性質との間及び回部に第1 の非磁性非導性膜が埋め込まれた状態を示す概略平面

図である。 [図16] 上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図15中に示す線分x5~x5 「による電路断

面図である。 【図17】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、平坦化された基板上に第2の非磁性非導電性 譲が形成された状態を示す概略平面図である。

【図18】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図17中に示す協分×6-×6 「こよる概略断面図である。

【図19】上記MRペッドの製造工程を説明するための 図であり、第2の非磁性非導電性優上にMR素子用薄弧 が形成された状態を示す概略平面図である。 [図20] 上記MRヘッドの製造工程を放明するための図であり、図19中に示す線分メγース7 「こよる概略断図であり。

【図21】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、一対の永久磁石膜及び低抵抗化膜がMR素子用導度に埋め込まれた状態を示す概略中面図である。 【図22】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図21中に示す囲み部分でを拡大して示すた 配数中面図である。 【図23】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図22中示す提分×8-×8,「こよる概略新面図である。

【図24】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、MR素子となる部分及び導体的となる部分以 外のMR素子用導調が除去された状態を示す機略平面図 ポネる。 【図25】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図24中に示す様分×gー×g'による概略断

面図である。

【図26】上配MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、導体部が形成された状態を示す概略平面図で、

【図27】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図26中に示す貸分×10-×10′による概略 断面図である。

١

【図28】上記MRペッドの製造工程を設明するための 図であり、第3の非磁性非導電性質が形成された状態を 示す最略中面図である。 【図29】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図28中に示す総分×川-×川、による概略 所面図である。 【図30】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、第3の非磁性非導性性圧に第2の軟磁性度が低度された状態を示す機能平面図である。

【図31】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図30中に示す線分×12-×12 「による概略層図であり、

【図32】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、第3の非磁性非準線性膜上に逆ナーバー型の第4のレジストパターンが形成された状態を示す機能平面図である。

【図33】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図32中に示す様分×13-×13「による概略断面図である。

【図34】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、第3の非磁性非導性性にこの る第5のレジストパターンが形成された状態を示す概略 平面図である。

【図35】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、図34中に示す協分×14ー×14。による概略 断面図である。

【図36】上記MRヘッドの設造工程を説明するための 図であり、導体部の道部に外部接続用塩子が形成された 状態を示す概略中面図である。 【図37】上記MRヘッドの製造工程を説明するための図であり、図36中に示す替分×15-×15 による舞蹈新加図である。

【図38】上記MRペッドの製造工程を説明するための 図であり、保護調を形成した状態を示す最略平面図であ 【図39】上記MRヘッドの製造工程を貼明するための図であり、図38中に示す協分×16-×16 「こよる概略断面図である。 「個面図である。 【図40】上記MRヘッドの製造工程を説明するための

【図40】上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、多数のヘッド業子が確方向に並ぶように切断 されたヘッドブロックを示す概略中面図である。

「図41」上記MRへからの設造工程を説明するための図であり、ヘッドブロックにガード部材が貼り付けられた状態を示す環路を指するののある。

[図4]

[83]

[図42] 上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、MRヘッドの媒体揺動面となる面に対して円 簡研磨加工が施された状態を示す概略斜視図である。

[図43] 上記MRヘッドの製造工程を説明するための 図であり、ガード部材が接合されたヘッドブロックを個 4のMRヘッドに分割する状態を示す概略平面図であ [図44] バルクハウゼンノイズが発生したヘッドの割 合を示すグラフであり、(a)は、従来ヘッドにおける ノイズの発生母を示し、(b)は、本独明ヘッドにおけ るノイズの発生甲を示す。

[図45] アシンメトリーの分布の割合を示すグラフで あり、(m)は、従来ヘッドにおけるアシンメトリーの 分布の割合を示し、(b)は、本発明ヘッドにおけるア

【図46】本発明を適用した他のMRヘッドを媒体摺動 ツンメトリーの分布の割合を示す。 面側から見た概略端面図である。

【図47】上記他のMRヘッドの製造工程を説明するた めの図であり、第3の非磁性非導電性膜の上面を平坦化 する前の状態を示す概略断面図である。

めの図であり、第3の非磁性非導電性膜の上面が平坦化 【図48】上記他のMRヘッドの製造工程を説明するた

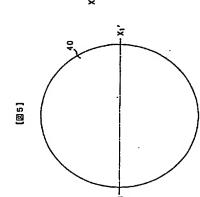
[図49] 距離差 d2-d1とアシンメトリーの変動と された状態を示す概略断面図である。 の関係を示す特性図である。

【図50】従来のMRヘッドを媒体摺動面側から見た概 略婚面図である。

[図2]

[<u>8</u>

읾 326,



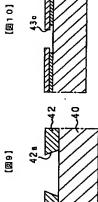
,×

<del>000000000</del>

00000000000 00000000000

0000000000

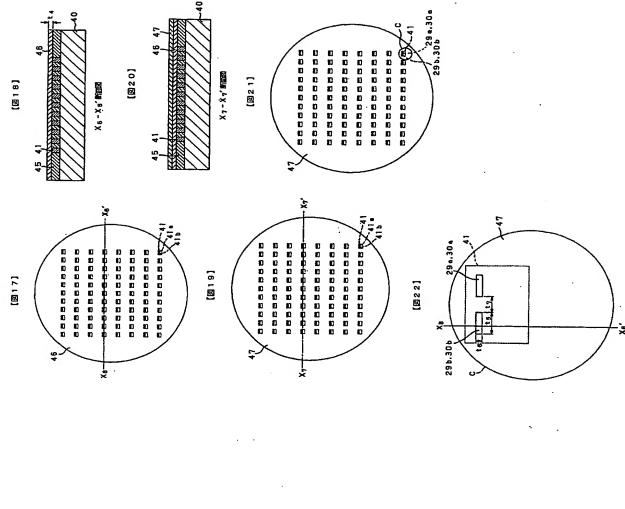
[図7]

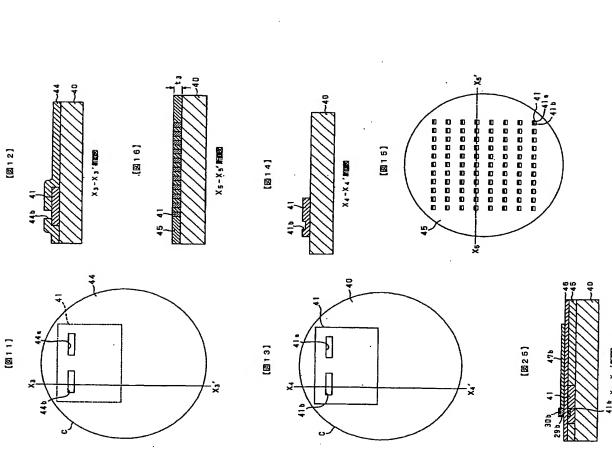


[图8] X 1 - X 1, BIGGE

[図6]

X 2 - X 2' WIDE





2002-74617

